مجله آمایش جغرافیایی فضا
فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه گلستان
سال دوم/ شماره مسلسل چهارم/ تابستان ۱۳۹۱

مطالعه پتانسیل اراضی کشت گندم دیم در استان گلستان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)

ناصر بای[۱]، مجید منتظری[۲]، امیر گندمکار[۲] و هوشمند عطایی[۳]
[۱]دانشجوی دکتری گروه جغرافیا دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف‌آباد، [۲]استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف‌آباد، [۳]استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه پیام‌نور اصفهان
تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۴/۲۸

چکیده

افزایش روزافزون جمعیت و نیاز به تامین مواد غذایی مورد نیاز آن‌ها از دغدغه‌های اصلی دولت‌ها می‌باشد. شناسایی مکان‌های مناسب برای کشت نیز از الزامات این امر است. استان گلستان به واسطه برخورداری از شرایط مناسب جغرافیایی از جمله استان‌های برتر کشت گندم در ایران می‌باشد. این پژوهش با استفاده از داده‌های عناصر بارش، دما، ویژگی‌های خاک، توپوگرافی، شیب و داده‌های عملکرد گندم دیم استان گلستان به واکاوی مناطق مناسب کشت گندم پرداخته است. در واکاوی داده‌های عملکرد گندم دیم به‌دلیل نقص آماری موجود از روش همبستگی من- کندال و رگرسیون تک‌متغیره بهره برده شده و برای بازسازی عناصر اقلیمی نیز از روش‌های میان‌یابی و روش حداقل متوسط خطاها و نیز برای انجام واکاوی دمایی از روش درجه روز رشد استفاده گردید. براساس نتایج، روش میان‌یابی کریجینگ بهترین روش در ترسیم نقشه‌های هم‌ارزش و در مورد عامل بافت خاک روش فاصله وزنی معکوس بهترین روش می‌باشد. برای شناسایی استعداد اراضی گندم دیم استان گلستان با استفاده از روش همگرایی متقاطع، نقشه عوامل مورد مطالعه به‌صورت دو به دو با یکدیگر ترکیب شده و در نهایت نقشه استعداد اراضی در چهار طبقه حاصل شد. بدین صورت که طبقه با استعداد اراضی خیلی مناسب ۴/۴ درصد، طبقه با استعداد اراضی مناسب با ۵۸/۲ درصد، طبقه با استعداد اراضی حدوداً مناسب ۱۷ درصد و طبقه با استعداد اراضی نامناسب ۲۰/۴ درصد مساحت استان را تشکیل می‌دهند. در نهایت مساحت و درصد مساحت کشت فعلی گندم در هر طبقه از استعداد اراضی استان گلستان تعیین شد. بر این اساس ۴/۴ درصد مساحت کشت فعلی گندم در اراضی با استعداد خیلی مناسب، ۵۸/۳ درصد در اراضی با استعداد مناسب، درصد ۱۶/۹ در اراضی با استعداد حدوداً مناسب و ۲۰/۴ درصد در اراضی با استعداد نامناسب قرار دارد.

واژه‌های کلیدی: اقلیم، خاک، استعداد اراضی، عملکرد گندم، استان گلستان

---

* مسئول مکاتبه: naserbay1@gmail.com

مقدمه

آب و هوا یکی از مهمترین عواملی است که در طول تاریخ مورد توجه انسان بوده است. علت این امر، نقش مهم عناصر آب و هوایی بر زندگی بشر، به‌خصوص تولیدات کشاورزی است. به همین دلیل آگاهی از چگونگی تناسب و انطباق فعالیت‌های کشاورزی هر منطقه با شرایط آب و هوایی و فاکتورهای خاکی آن لازمه هرگونه فعالیت کشاورزی است. عامل افزایش محصول در کشورهای توسعه‌یافته، شناخت امکانات بالقوه اقلیمی و نیازهای آب و هوایی گیاهان و استفاده از این موضوع در جهت افزایش کارایی می‌باشد. شناخت عناصر آب و هوایی و اثر آن‌ها بر روی گیاهان یکی از مهمترین عوامل مؤثر در افزایش عملکرد و به تبع آن بالا بردن تولید می‌باشد. این موضوع به‌ویژه در شرایط کشاورزی دیم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برای موفقیت در زراعت گندم دیم، آگاهی در زمینه ویژگی‌های دمایی و بارش در مناطق مختلف که دو عامل تأثیرگذار در کشت دیم است، بسیار دارای اهمیت است (کمالی، ۱۳۸۹). تمامی مراحل رشد گیاه با شرایط جوی خاصی تعیین می‌شود و هر گیاهی برای آن‌که تمام توان خود را عرضه کند، به شرایط محیطی مطلوب خاصی نیاز دارد. بنابراین تأثیر عناصر جوی بر رشد گیاه و بازده محصول کشاورزی بسیار دارای اهمیت است. درک صحیح اوضاع محیطی هر منطقه می‌تواند کشاورزان را در انجام دادن به موقع کشت و تامین نیازهای گیاه در طول دوره رشد یاری کرده و بدین طریق به توسعه کمی و کیفی تولیدات کشاورزی کمک نماید. تغییرپذیری عملکرد محصولات کشاورزی تابعی از خصوصیات خاک، توپوگرافی مزرعه، اقلیم، عوامل زیستی و مدیریت می‌باشد (جیانگ و تلن، ۲۰۰۴: ۲۵۲). در این میان، میزان تولید محصولات کشاورزی به‌ویژه گندم دیم، همبستگی بالایی با نزولات جوی و مناسب بودن شرایط آب و هوایی دارد (دینر و همکاران، ۱۹۹۹ :۴۰۲). به‌دلیل نداشتن توانایی انسان در کنترل نقش عوامل آب و هوایی و تأثیرات عمیق آن بر عملکرد محصولات، واکاوی نقش عوامل اقلیمی و تأثیر آن بر عملکرد محصولات زراعی از جمله دغدغه‌های پژوهشگران شده است. در زمینه تأثیر عناصر اقلیمی و ویژگی‌های خاک بر روی عملکرد گندم پژوهش‌هایی انجام شده است. بدین صورت که موترونی و همکاران (۲۰۰۶) تأثیر تغییرات اقلیمی را بر روی محصول گندم در جزیره ساردینیای کشور ایتالیا مطالعه کردند؛ آن‌ها نقشه‌های خاک، قابلیت اراضی، دما و بارش را تلفیق کردند، نواحی مساعد کشت محصولات کشاورزی را تعیین نمودند و با استفاده از سری‌های زمانی، تغییرات دمایی و بارش وکاربری اراضی و درصد آن‌ها را از نظر مناسب بودن یا نبودن برای کشت محصولات کشاورزی بررسی کردند. لیو و همکاران (۲۰۱۰) عملکرد گندم را نسبت به تغییر اقلیم در دشت هونگ هوای های[1] چین بررسی کرده و نشان دادند که عملکرد گندم واکنش بیشتری نسبت به افزایش دما در مقایسه با بارش از خود نشان می‌دهد. افزایش بارش نیز

1- Huang-Huai-Hai

موجب افزایش محصول بوده و بالعکس. ژیاو و همکاران (۲۰۱۰) به ارزیابی اثر افزایش دما روی عملکرد گندم زمستانه در ارتفاعات مختلف شمال‌غرب چین پرداختند. نتیجه این مطالعه نشان داد که افزایش دما منجر به تغییر مراحل رشد و نیاز آبی گندم زمستانه شده و از طرفی افزایش عملکرد در ارتفاعات بالاتر بیشتر خواهد بود. لوبل و بورک (۲۰۱۰) با استفاده از مدل‌های آماری به پیش‌بینی عملکرد محصول کشاورزی با توجه به تغییر اقلیم پرداختند. نتیجه تحلیل آماری آنها نشان داد که تغییرات دمایی بیشتر از تغییرات بارش در پیش‌بینی عملکردی مؤثر بوده‌اند. وانگ و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی به تجزیه و تحلیل ماده مغذی خاک و عوامل آب و هوا در پکن پرداخته و زمین‌های کشاورزی را از نظر استعداد زراعی طبقه‌بندی نمودند. فرجزاده و تکلو (۱۳۸۰) با استفاده از تعرق بالقوه، توپوگرافی، شیب، تیپ اراضی، عمق و بافت خاک و نیز با توجه به عناصر اقلیمی همچون: مقدار بارش سالانه، دمای سالانه و تبخیر، به شناسایی واحدهای اگروکلیمایی مناسب برای کشت گندم در استان همدان پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش نشان داد که نقشه نهایی قابلیت مناطق مختلف برای کشت گندم دیم براساس آمار عملکرد محصول گندم در میزان عملکرد گندم نحوه پراکنش بارش و دما به‌ویژه طی ماه‌های میانی و انتهایی رشد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. رسولی و همکاران (۱۳۸۵) در پژوهشی به بررسی نقش بارش و ارتفاع در تعیین مناطق مساعد برای کشت گندم دیم در استان اردبیل پرداخته است. یافته‌ها نشان داد که اولاً مقادیر بارش و ارتفاع از شاخص‌های مؤثر در فرآیند کشت گندم دیم محسوب می‌شوند. ثانیاً از طریق انطباق لایه‌های مؤثر در فرآیند کشت گندم دیم در محیط GIS[1]، امکان شناسایی دقیق مناطق مستعد برای کشت گندم دیم وجود دارد. کمالی و همکاران (۱۳۸۷) به بررسی پهنه‌بندی اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان‌شرقی پرداخته است. نتایج نهایی حاصل از تلفیق نقشه‌های مختلف در محیط GIS به‌صورت نقشه نهایی شامل چهار پهنه بسیار مناسب، مناسب، متوسط و ضعیف ترسیم گردید. صراف و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی امکانات بالقوه اقلیمی در مناطق مختلف استان آذربایجان‌غربی با توجه به عناصر اقلیمی پرداخته‌اند. نتایج نشان‌دهنده این واقعیت بود که نقش هر یک از عناصر اقلیمی بارش و دما، متناسب با مراحل مختلف رشد، در مناطق مختلف استان متفاوت است، همچنین از طریق انطباق لایه‌های مؤثر در فرآیند کشت دیم گندم در محیط GIS، امکان شناخت میزان مطلوبیت مناطق برای کشت گندم وجود دارد. کمالی و همکاران (۱۳۸۹) مناطق مستعد را برای کاشت گندم دیم استان زنجان با استفاده از داده‌های اقلیمی مطالعه کردند. براساس نتایج، استان زنجان به ۴ پهنه بسیار مناسب، مناسب، متوسط و ضعیف تقسیم گردید.

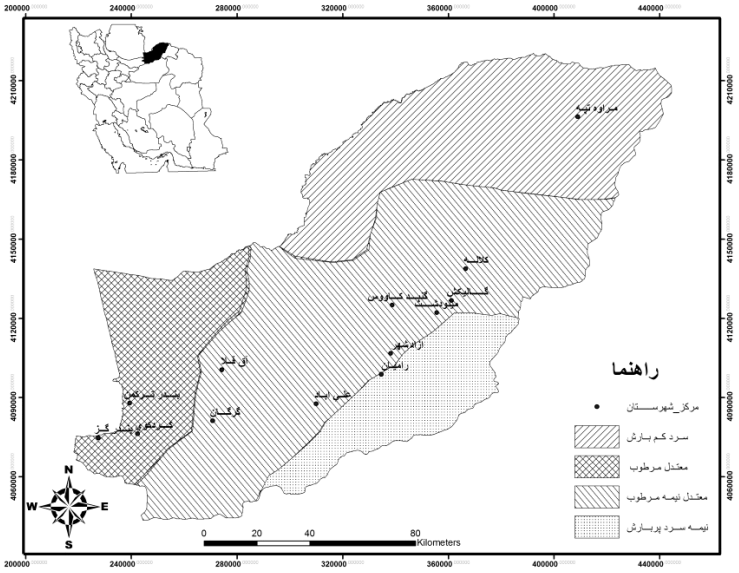
1- Geography Information System

انتخاب استان گلستان برای این پژوهش از چند جهت دارای اهمیت است: اولاً استان گلستان جزو سه استان برتر در تولید محصول گندم دیم در سطح کشور می‌باشد (سالنامه آماری استان گلستان، ۱۳۸۶). ثانیاً در استان گلستان بیش از ۱۶۰۰۰۰۰ نفر ساکن می‌باشند که از این تعداد ۵۸/۷ درصد در روستاها و ۴۱/۳ درصد در شهرها ساکن هستند، بنابراین کشاورزی محور اصلی فعالیت‌های اقتصادی و تامین معاش مردم استان گلستان است (تقوایی و بای، ۱۳۹۰). ثالثاً استان گلستان جزو ۳ استان برتر از نظر وقوع انواع بلایای طبیعی و حوادث انسان ساخت می‌باشد به طوریکه این بلایا، هر ساله سرمایه‌های عظیمی را از بین می‌برد (غلامی و همکاران، ۱۳۹۰).

داده‌های مورد استفاده وروش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

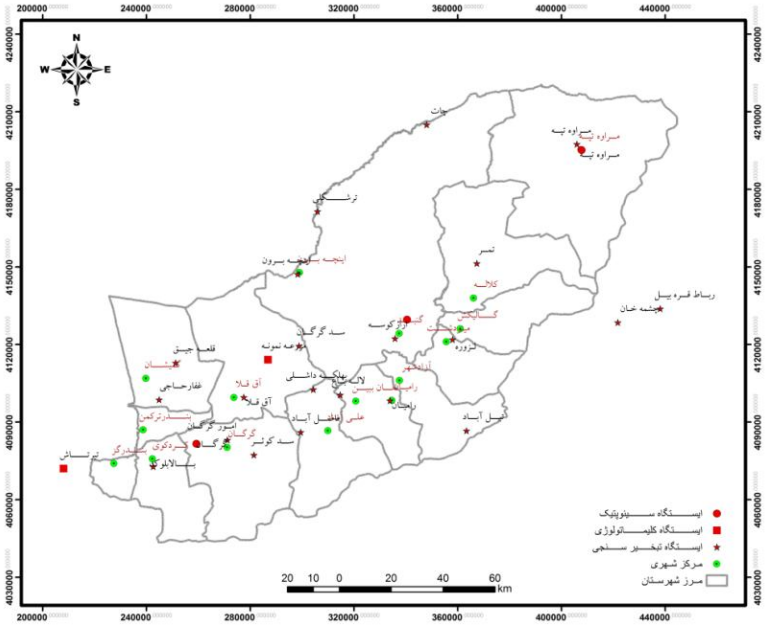
استان گلستان در شمال‌شرق ایران با مساحتی حدود ۲۰۴۳۷/۷ کیلومتر مربع ۱/۳ درصد خاک ایران را در بر گرفته است. با توجه به مطالعه منتظری و بای (۱۳۸۹) استان گلستان از تنوع اقلیمی زیادی برخوردار است. بدین صورت که نواحی شمالی دارای آب و هوای سرد، کم بارش و نواحی غربی آب و هوای معتدل مرطوب، ناحیه مرکزی آب و هوای معتدل نیمه مرطوب، و ناحیه جنوبی آن نیمه‌سرد پر بارش می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۱- نقشه پهنه‌بندی اقلیمی و مراکز شهرستان‌های استان گلستان (منتظری و بای، ۱۳۸۹)

داده‌های مورد استفاده

در این پژوهش از داده‌های سالانه عملکرد گندم دیم سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان، داده‌های روزانه دما و بارش دوره آماری (۱۳۹۸-۱۳۶۹) ایستگاه‌های سازمان هواشناسی کشور و شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان گلستان (شکل ۲) و همچنین از نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح کشور به‌عنوان نقشه پایه برای تهیه نقشه‌های شیب و خاک استفاده شد.



شکل ۲- نقشه موقعیت ایستگاه‌های اقلیمی مورد مطالعه

روش تحقیق

از مشکلات موجود این مطالعه نبود دوره زمانی یکسان در داده‌های شهرستانی عملکرد گندم دیم می‌باشد که به‌دلیل زمان تفکیک شهرستان‌های استان می‌باشد. برای بازسازی دوره آماری با استفاده از روش همبستگی (وجود بیشینه همبستگی) و رگرسیون به بازسازی داده‌های عملکرد گندم دیم به تفکیک شهرستان‌های استان پرداخته شد. در تحلیل آماری عناصر اقلیمی به‌دلیل وجود نقص دوره آماری و عدم پوشش کل محدوده کشت گندم دیم استان به بازسازی داده‌های

اقلیمی پرداخته شد. برای انجام این امر، ابتدا با استفاده از روش حداقل متوسط خطاها بهینه‌ترین روش میان‌یابی استخراج گردید، سپس با استفاده از روش میان‌یابی کریجینگ[1] نقشه‌های هم‌ارزش عناصر اقلیمی، خاک و شیب و توپوگرافی با یاخته‌های ۴×۴ کیلومتر تهیه گردید. برای مطالعه نیازهای دمایی گندم دیم استان، مراحل رشد گندم براساس درجه- روز رشد GDD[2] و براساس تاریخ کاشت محاسبه شد.

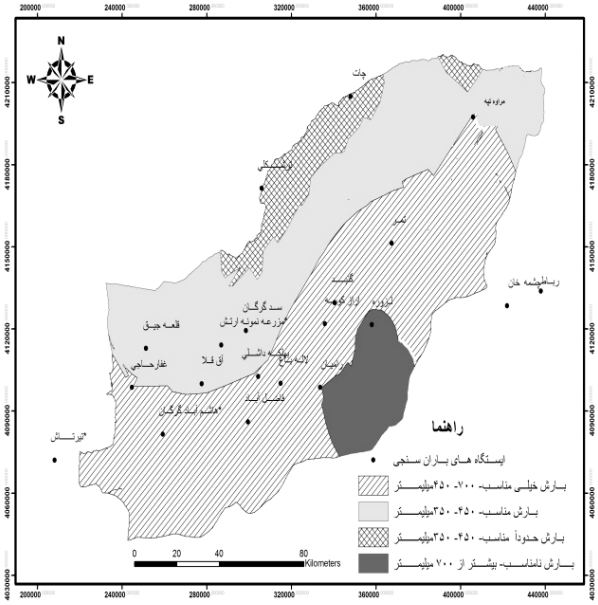
$$GDD = \sum_{a}^{b} \{ \left[\frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \right] - T_b \} \qquad (۱)$$

که در آن، GDD: درجه- روز رشد (حرارت تجمعی)، T_{min} وT_{max}: درجه حرارت‌های حداکثر و حداقل روزانه بر حسب درجه سانتی‌گراد، T_b: درجه حرارت پایه (درجه سانتی‌گراد)، a: تاریخ شروع مرحله فنولوژیکی، b: تاریخ پایان مرحله فنولوژیکی می‌باشد (هاندال و همکاران، ۱۹۹۷). قابل ذکر است که درجه حرارت پایه، پایین‌ترین درجه حرارتی است که فرض می‌شود پایین‌تر از آن رشدی وجود ندارد. در این مطالعه برای محاسبه GDD درجه حرارت پایه، صفر درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد و چنانچه درجه حرارت میانگین روزانه برابر یا کمتر از درجه حرارت پایه باشد، مقدار GDD=۰ در نظر گرفته شده است (دوبی و همکاران، ۱۹۸۷؛ شارما و همکاران، ۲۰۰۴).

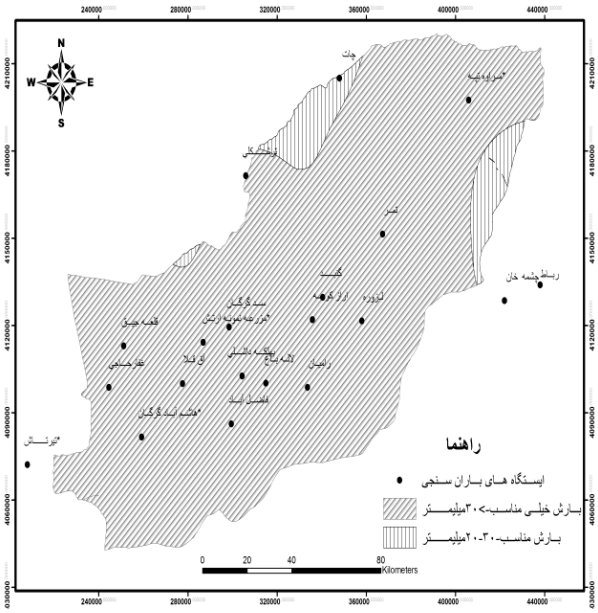
نتایج

تغییرات بارش استان گلستان با قرارگیری کمینه بارش در شمال استان و افزایش آن به سمت جنوب همراه می‌باشد. با توجه به نیاز آبی گیاه گندم طی مراحل رشد (جدول ۱) نقشه‌های مناطق کشت گندم از نظر بارندگی ترسیم گردید (شکل‌های ۳، ۴، ۵ و ۶).

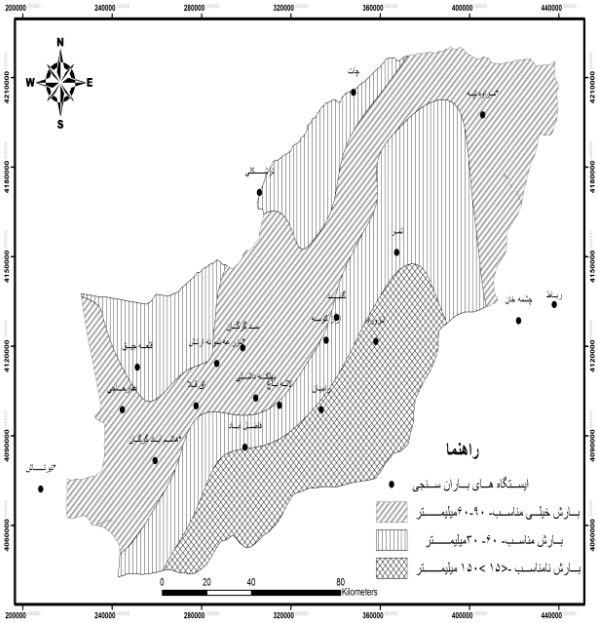
1- Kriging
2- Growing Degree-Days



شکل ۳- نقشه همبارش میانگین سالانه استان گلستان



شکل ۴- نقشه همبارش میانگین آذرماه استان گلستان



شکل ۵- نقشه همبارش میانگین فصل بهار استان گلستان

شکل ۶- نقشه همبارش میانگین خردادماه استان گلستان

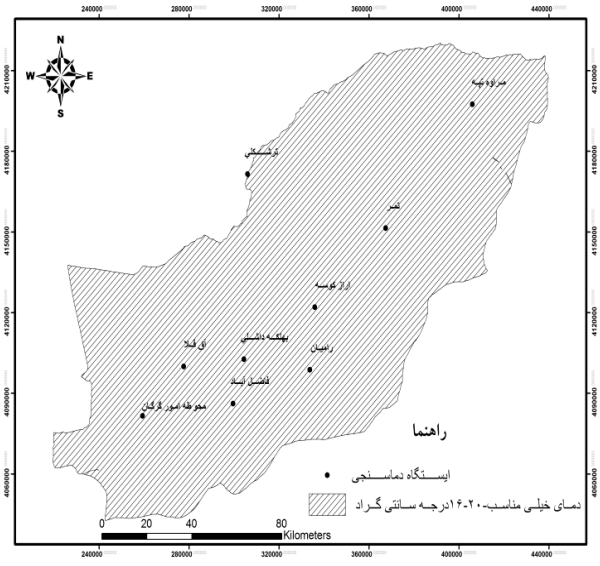
جدول ۱- طبقه‌بندی مقادیر بارش مؤثر در هر یک از مراحل رشد گندم دیم در استان گلستان

	طبقات	مساحت (کیلومترمربع)	درصد مساحت	استعداد اراضی
بارش سالانه (میلی‌متر)	۷۰۰ <	۱۸۲۳۵	۹	نامناسب
	۷۰۰-۴۰۰	۸۶۸۹/۹	۴۳/۲	خیلی مناسب
	۴۵۰-۳۵۰	۷۵۵۲	۳۷/۵	مناسب
	۳۵۰-۲۵۰	۲۰۳۹/۱	۱۰/۱	حدوداً مناسب
بارش آذرماه (میلی‌متر)	۳۰-۲۰	۱۲۱۱	۶	مناسب
	۳۰<	۱۹۸۴/۷۳	۹۴	خیلی مناسب
بارش خردادماه (میلی‌متر)	۳۰-۱۰	۱۳۴۰۷/۲۵	۴۲/۲	حدوداً مناسب
	۵۵-۳۰	۴۹۰۴/۴۲	۱۵/۴	مناسب
	۸۰-۵۵	۱۳۴۰۷/۲۵	۴۲/۲	خیلی مناسب
بارش بهاره (میلی‌متر)	۱۵> ۱۵۰<	۴۵۵۸/۱	۲۳/۱	نامناسب
	۶۰-۳۰	۵۳۷۶	۲۸/۹	مناسب
	۹۰-۶۰	۸۴۸۴/۵۴	۴۸	خیلی مناسب

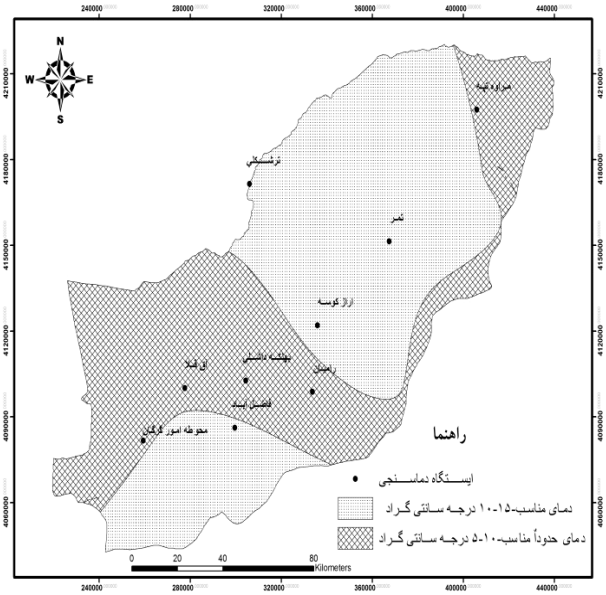
با توجه به نقشه‌های حاصل و براساس بارش سالانه، محدوده دارای بارش ۷۰۰-۳۵۰ میلی‌متر استان به‌عنوان مناسب‌ترین مناطق کشت و دشت‌های شمالی و منطقه بیشینه بارشی جنوب‌شرق استان به‌عنوان مناطق نامناسب کشت گندم شناسایی شدند (شکل ۳). آذرماه که از جمله ماه‌های پربارش استان است تقریباً تمام گستره استان را برای کشت گندم مساعد نشان می‌دهد (شکل ۴). در فصل بهار و به‌سمت خردادماه کاهش بارندگی روند سریعی دارد و بیشینه بارشی به‌ویژه از اواخر بهار (خردادماه) به‌سمت ارتفاعات متمرکز می‌شود که از نظر بارشی نیز مناسب‌ترین منطقه کشت گندم مشخص شد (شکل‌های ۵ و ۶). برای دستیابی به تغییرات دمایی در طول دوره رشد گندم در استان گلستان، مقدار دمای دوره جوانه‌زنی، گلدهی و پرشدن (جدول ۲) برای هر یک از ایستگاه‌ها محاسبه گردید. براساس نتایج توزیع مکانی همدماهای استان دقیقاً روندی معکوس با همبارش‌ها را نشان می‌دهد بدین گونه که حداکثر دمایی در شمال استان با حداقل بارندگی همراه شده و با کاهش دما به سمت جنوب استان بر میزان بارندگی افزوده شده است.

جدول ۲- طبقه‌بندی مقادیر دمای مؤثر در هر یک از مراحل رشد گندم دیم در استان گلستان

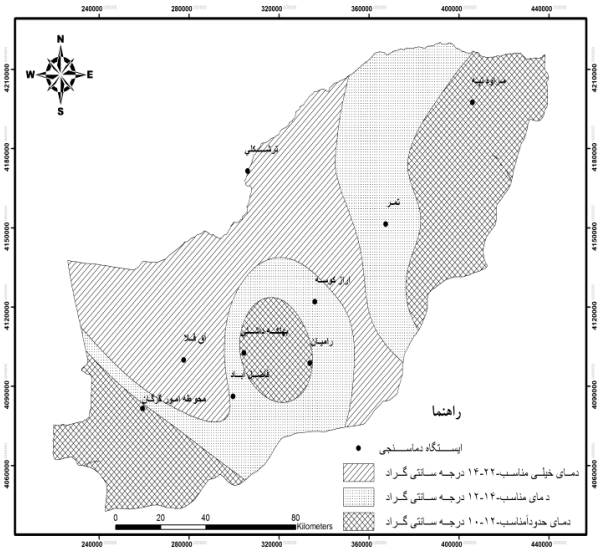
	طبقات	مساحت (کیلومترمربع)	درصد مساحت	استعداد اراضی
میانگین دمای دوره جوانه‌زنی (درجه سانتی‌گراد)	۱۵-۱۰	۱۱۵۶۲/۹	۵۷	مناسب
	۱۰-۵	۸۷۳۲/۸	۴۳	حدوداً مناسب
میانگین دمای دوره گلدهی (درجه سانتی‌گراد)	۲۲-۱۴	۶۹۹۱/۵	۳۶	خیلی مناسب
	۱۴-۱۲	۵۶۰۸/۰۳	۲۹	مناسب
	۱۲-۱۰	۶۷۹۶/۲	۳۵	حدوداً مناسب
میانگین دمای دوره دانه‌بندی (درجه سانتی‌گراد)	۲۴-۱۶	۲۰۲۹۵/۷	۱۰۰	خیلی مناسب
میانگین دمای سالانه (درجه سانتی‌گراد)	۲۰-۱۶	۲۰۲۹۵/۷	۱۰۰	خیلی مناسب



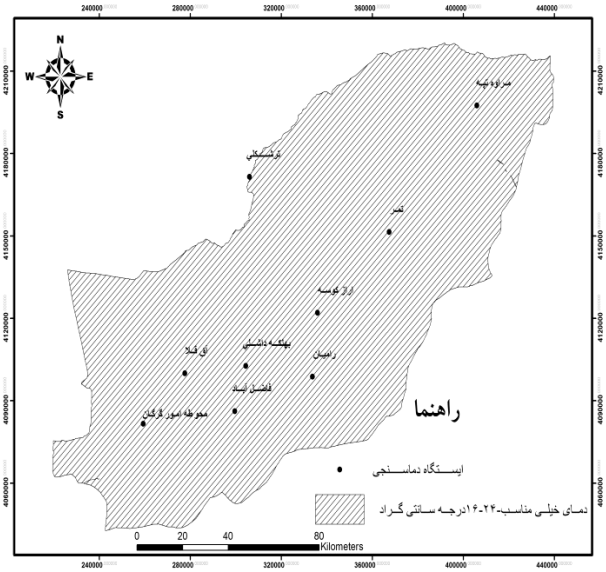
شکل ۷- نقشه همدما میانگین سالانه گندم در استان گلستان



شکل ۸- نقشه همدما دوره جوانه‌زنی گندم در استان گلستان



شکل ۹- نقشه همدما دوره گلدهی گندم در استان گلستان



شکل ۱۰- نقشه همدما دوره دانه‌بندی گندم در استان گلستان

نیازها و محدودیت‌های اقلیمی گندم تابعی از مراحل مختلف فنولوژی است و در هر مرحله از دوران رشد، نیازها و محدودیت‌های متفاوتی دارد. شکل‌های ۷ و ۸ مناطق مساعد کشت گندم با توجه به نیاز دمایی، در سطح استان گلستان را نشان می‌دهد. چنانچه در شکل ۷ مشاهده می‌شود از لحاظ نیاز دمایی سالانه تمامی نقاط استان در شرایط خیلی مناسب جای می‌گیرد ولی در تفکیک ماهانه و فصلی که در رشد گندم بیشتر دارای اهمیت است به‌گونه‌ای متفاوت ظاهر شد. در دوره جوانه‌زنی استان، شرایط دمایی استان وضعیت بسیار خوبی را نشان نمی‌دهد و در حد مناطق مناسب و حدوداً مناسب متمایز شده است (شکل ۸). البته در دوره گلدهی تا حدی وضعیت دمایی مناسب‌تر ظاهر شده است به‌گونه‌ای که نیمه مرکزی استان از شمال تا جنوب با شرایط خیلی مناسب مشخص شده است (شکل ۹). لازم به ذکر است که این امر وقتی با بارش همراه گردد و نسبت به آن هم سنجیده شود شرایط دیگری را نشان خواهد داد. در این بین طی دوره دانه بستن گیاه گندم ظاهراً تمامی مناطق استان از نظر دمایی شرایط بسیار خوبی را نشان می‌دهد (شکل ۱۰). با توجه به مطالب فوق می‌توان گفت که طی دوره جوانه‌زنی و گلدهی بیشترین نوسانات دمایی را گیاه گندم تجربه می‌کند، تا حدی که می‌تواند خطرساز ظاهر شود.

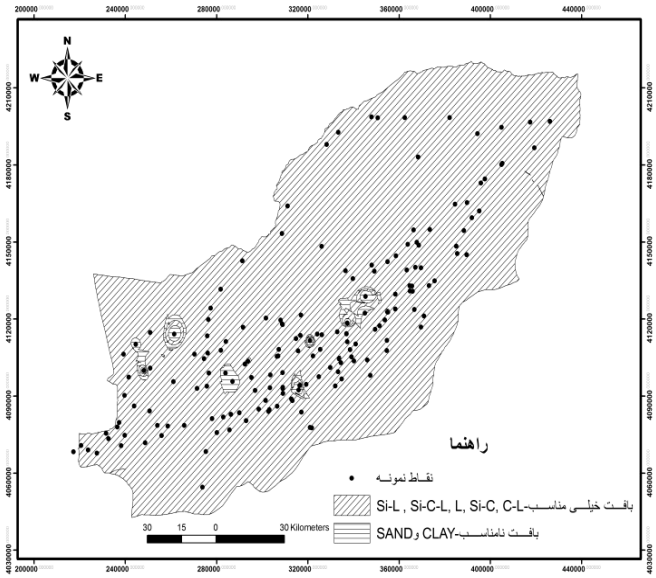
به‌دلیل وجود خاصیت آبشویی در بیشتر عناصر خاک، برای مطالعه خصوصیات خاک‌های استان گلستان از عوامل PH[1]، EC[2] و بافت خاک که مقدار و حالت آن طی مدت زمان طولانی نسبتاً ثابت است استفاده گردید. به همین منظور از ۱۷۰ نقطه در سطح استان به‌طور تصادفی خاک نمونه‌برداری و در آزمایشگاه واکاوی شد. در ادامه به طبقه‌بندی عناصر مذکور با توجه به نیازهای فنولوژیک گندم دیم پرداخته می‌شود (جدول ۳).

برای تهیه نقشه خاک نیز براساس طبقه‌بندی بالا نقشه عناصر PH، EC با استفاده از روش کرجینگ و نقشه بافت خاک با استفاده از روش فاصله وزنی معکوس[3] ترسیم شد (شکل‌های ۱۱، ۱۲ و ۱۳) نقشه توزیع ارتفاعی و تغییرات شیب مناطق با درجات مختلف تناسب، برای کشت گندم استان با استفاده از نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تهیه گردید (شکل‌های ۱۴ و ۱۵). همان گونه که مشاهده می‌گردد از نظر ویژگی‌های توپوگرافیک و خاک غیر از دامنه‌های شمالی رشته‌کوه البرز در جنوب استان، سایر مناطق استان وضعیت مناسبی برای کشت گندم دارند.

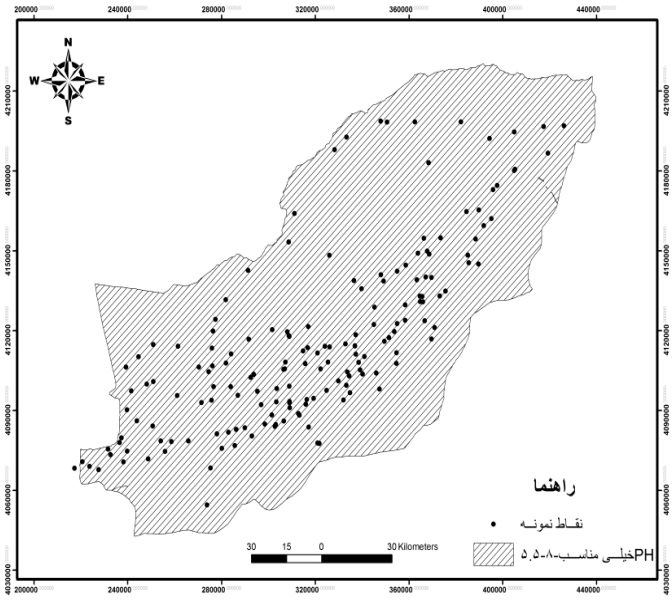
1- Potential of Hydrogen
2- Electrical Conductivity
3- Invers Distance Weighted

جدول ۳- طبقه‌بندی عوامل خاک و توپوگرافیک مؤثر در هر یک از مراحل رشد گندم دیم در استان گلستان

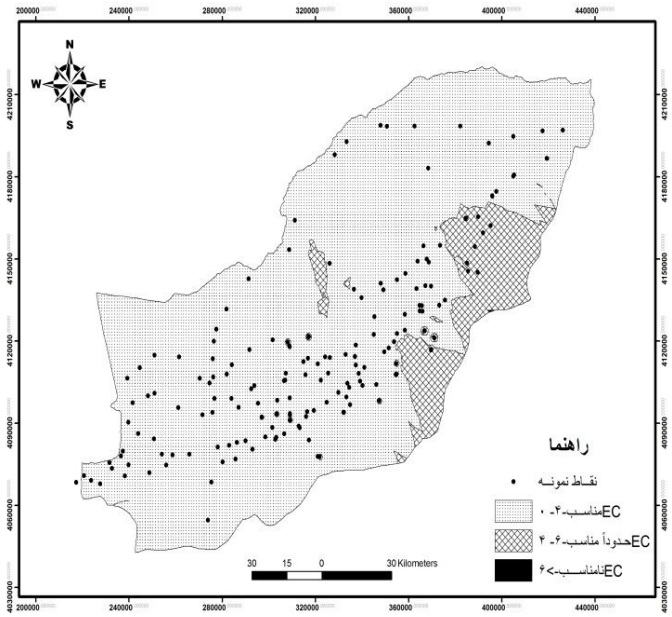
	طبقات	مساحت (کیلومترمربع)	درصد مساحت	استعداد اراضی
EC	۰-۴	۱۸۱۲۸/۱	۸۹/۳	مناسب
	۴-۶	۲۱۵۰/۲۱	۱۰/۵	حدوداً مناسب
	۶ <	۱۷/۴۸۷	۰/۰۸۶	نامناسب
PH	۰-۵/۵	-	-	نامناسب
	۵/۵-۸	۲۰۲۹۵/۷۳	۱۰۰	خیلی مناسب
	> ۸	-	-	نامناسب
بافت	CLAY	۵۹/۹	۰/۵	نامناسب
	SAND	۲۶۱/۲	۱/۲۸	نامناسب
	Si-L , Si-C-L, L, Si-C, C-L	۱۹۹۳۸/۵	۹۸/۲	خیلی مناسب
ارتفاع	۰-۵۰۰	۱۳۷۹۸/۷۱	۶۹/۶	خیلی مناسب
	۵۰۰-۱۰۰۰	۲۴۴۸/۸۴	۱۲/۳	مناسب
	۱۰۰۰-۱۵۰۰	۱۴۷۸/۵۸	۷/۵	حدوداً مناسب
	۱۵۰۰ <	۲۱۰۸/۴۸	۱۰/۶	نامناسب
شیب	۰-۵	۱۰۲۹۲/۳	۵۱/۲	خیلی مناسب
	۵-۸	۱۲۱۸/۵	۶/۱	مناسب
	۸-۱۲	۱۲۵۲/۹	۶/۲	حدوداً مناسب
	۱۲<	۷۳۴۰/۱	۳۶/۵	نامناسب



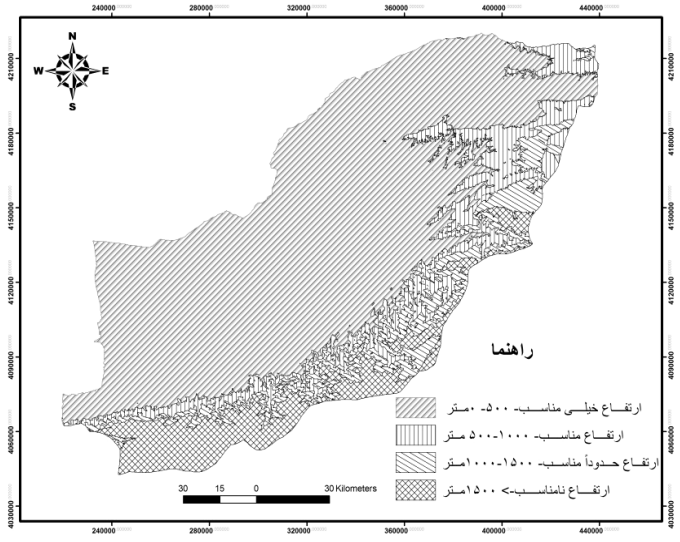
شکل ۱۱- نقشه طبقات بافت خاک استان گلستان



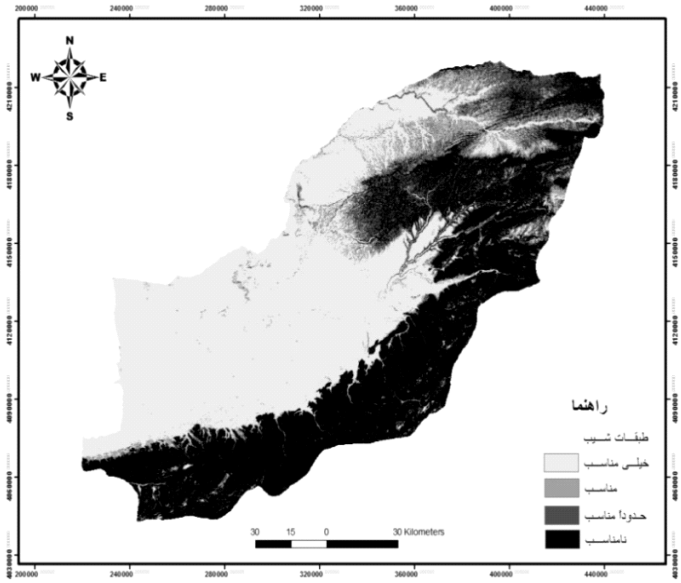
شکل ۱۲- نقشه طبقات PH خاک استان گلستان



شکل ۱۳- نقشه طبقات EC خاک استان گلستان



شکل ۱۴- نقشه طبقات ارتفاع استان گلستان



شکل ۱۵- نقشه طبقات شیب استان گلستان

مدلسازی مناطق مساعد کشت گندم دیم

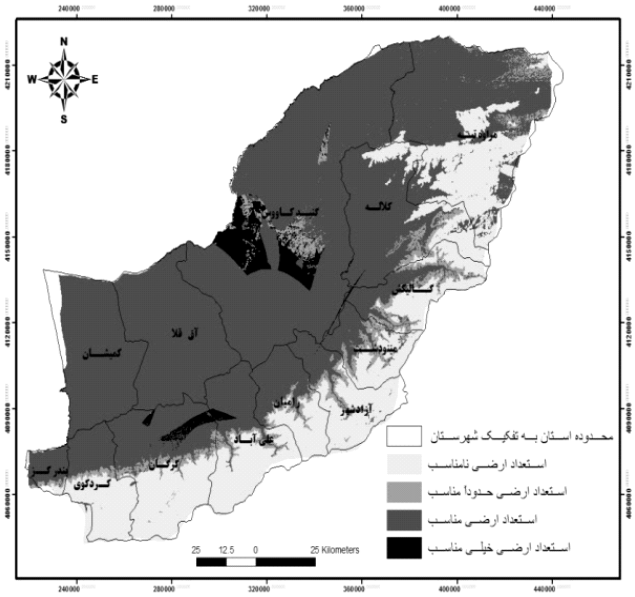
مدلسازی روشی است که به‌وسیله آن دنیای واقعی به اندازه وضعیت دلخواه در می‌آید و بدین ترتیب درک پیچیدگی‌های طبیعی امکان‌پذیر می‌شود. در یک تعریف کلی مدل عبارت است از نمادی از واقعیت که مهم‌ترین ویژگی‌های دنیای واقعی را به‌صورت کلی و ساده بیان می‌دارد. در مدل‌ها مفاهیم مجرد است و در آن‌ها به جای پدیده‌ها، نیروها، رخدادها و... عبارت‌های مشتمل بر متغیرها، فراسنج‌ها و ثابت‌های ریاضی قرار می‌گیرد. در این عبارت‌ها، یک دسته از پدیده‌های مطلوب و ایده‌آل که اهمیت آن‌ها پیشاپیش معلوم شده باشد، انتخاب می‌شود و ویژگی‌های تعریف شده‌ای را به فراسنج‌های مورد نظر نسبت می‌دهند. در این حالت ویژگی‌های اصلی پدیده‌ها به نشانه‌ها و روابط بین این پدیده‌ها به روابط بین نشانه‌ها مانند می‌شوند (عساکره، ۱۳۹۰: ۲۱۷). گندم در نقاطی با بارندگی بین ۱۰۰۰-۳۰۰ میلی‌متر کشت می‌شود در مناطقی که بارندگی بیش از این مقدار باشد برای بروز بیماری‌های مختلف امکان بیشتری وجود دارد، ضمناً باید توجه داشت که کشت یک محصول صرفاً به میزان بارندگی بستگی نداشته بلکه به سایر عناصر اقلیمی نیز بستگی دارد، همچنین هیچ یک از ارقام ذکر شده نمی‌توانند حد نهایی برای کشت گندم باشند (گل‌گل، ۱۳۶۶). علاوه بر تأثیر عواملی مانند نوع بذر، نوع خاک، مدیریت و...، عناصر اقلیمی و فیزیکی از مهمترین عواملی هستند که بر روی گندم و عملکرد آن تأثیر دارند. در این پژوهش برای شناسایی استعداد اراضی کشت گندم دیم در استان گلستان از روش پیشنهادی سبحانی برای طبقه‌بندی عناصر اقلیمی و توپوگرافی و شیب زمین و از روش‌های تجربی و برای طبقه‌بندی عوامل، PH، EC و بافت خاک استفاده شده است (جدول ۴).

جدول ۴- شرایط محیطی مطلوب برای پهنه‌بندی اقلیم- کشاورزی گندم دیم (سبحانی، ۱۳۸۴)

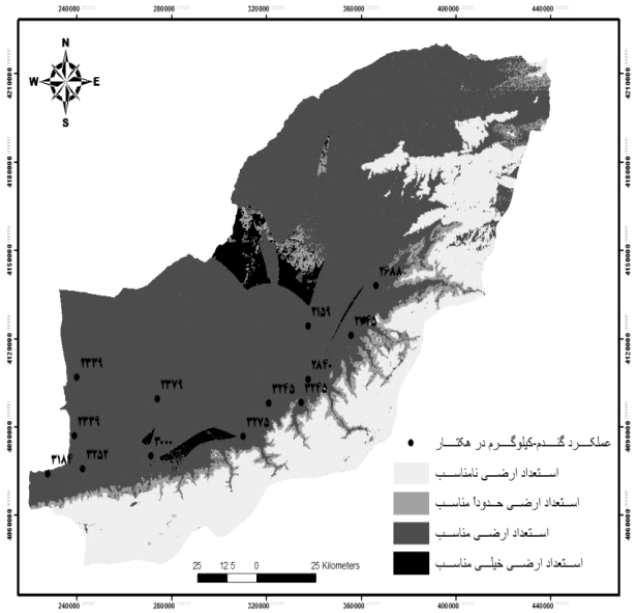
درجه‌بندی کلاس‌ها	خیلی مناسب	مناسب	حدوداً مناسب	نامناسب
بارش سالانه (میلی‌متر)	۴۵۰<	۳۵۰-۴۵۰	۲۵۰-۳۵۰	۷۰۰ < یا ۲۵۰>
بارش آذر (میلی‌متر)	۳۰ <	۲۰-۳۰	۱۰-۲۰	۱۰ >
بارش بهاره (میلی‌متر)	۶۰-۹۰	۳۰-۶۰	۱۵-۳۰	۱۵۰ < یا ۱۵ >
بارش خرداد (میلی‌متر)	۵۵-۸۰	۳۰-۵۵	۱۰-۳۰	۱۵۰ < یا ۱۰ >
دمای سالانه (درجه سانتی‌گراد)	۱۶-۲۰	۱۳-۱۶	۱۰-۱۳	۲۵< یا ۱۰ >
دمای جوانه‌زنی (درجه سانتی‌گراد)	۱۵-۲۰	۱۰-۱۵	۵-۱۰	۲۵ < یا ۵ >
دمای گل‌دهی (درجه سانتی‌گراد)	۱۴-۲۲	۱۲-۱۴	۱۰-۱۲	۳۲ < یا ۱۰>
دمای دانه‌بندی (درجه سانتی‌گراد)	۱۶-۲۴	۱۴-۱۶	۱۲-۱۴	۴۲ < یا ۱۰ >
ارتفاع (متر)	۱۷۰۰ >	۱۷۰۰-۱۹۰۰	۱۹۰۰-۲۲۰۰	۲۲۰۰ <
شیب (درصد)	۱-۵	۵-۱۰	۱۰-۱۵	۱۵ <
EC	۰-۴	۴-۶	۶<	
PH	۵/۵-۸	-	-	۸< ۵ و۵- ۰
بافت	Si-L , Si-C-L, L, Si-C, C-L	-	-	CLAY و SAND

با استفاده از روش همگرایی متقاطع[1] در محیط نرم‌افزار Arc GIS، نقشه‌های عوامل مؤثر در عملکرد گندم استان گلستان به‌صورت دو به دو با یکدیگر ترکیب شده و در نهایت نقشه طبقات استعداد اراضی در چهار طبقه حاصل گردید. بدین صورت که در ابتدا لایه‌های اطلاعاتی بارش آذرماه، بارش بهاره، بارش خردادماه و بارش سالانه به‌صورت دو به دو با یکدیگر، لایه‌های اطلاعاتی دمای دوره جوانه‌زنی، دمای دوره گلدهی، دمای دوره دانه‌بندی و میانگین دمای سالانه نیز به‌صورت دو به دو با یکدیگر و لایه‌های اطلاعاتی EC، PH، بافت و در انتها لایه‌های اطلاعاتی ارتفاع و شیب به‌صورت دو به دو براساس تقسیمات جدول ۴ ترکیب شدند. در ادامه نقشه‌های همدما و همبارش با یکدیگر و نقشه‌های خاک و توپوگرافی با یکدیگر تلفیق شدند. در انتها براساس تلفیق نقشه عوامل جوی و زمینی نقشه استعداد اراضی در ۴ طبقه حاصل گردید (جدول ۵ و شکل ۱۶). در ادامه مساحت کشت فعلی گندم و استعداد اراضی کشت گندم به تفکیک شهرستان محاسبه گردید (جدول ۶). با توجه به نقشه توزیع فضایی عملکرد گندم دیم در استان گلستان (شکل ۱۷) مشاهده گردید که از شمال به سمت جنوب بر مقدار عملکرد گندم دیم افزوده می‌گردد. با توجه به نقشه بالا و نقشه‌های همباران و همدمای استان گلستان مشاهده گردید که روند افزایش شمال به جنوب عملکرد گندم با توزیع فضایی دما و بارش هم‌خوانی دارد. شایان ذکر است تحلیل عملکرد گندم در پهنه با استعداد ارضی خیلی مناسب در شمال استان به‌دلیل کمبود اطلاعات میسر نبوده و برای این کار به ثبت اطلاعات عملکرد گندم در این پهنه نیاز است.

1- Intersection



شکل ۱۶- نقشه طبقات استعداد اراضی استان گلستان



شکل ۱۷- توزیع فضایی عملکرد گندم دیم در استان گلستان

جدول ۵- مساحت هر طبقه از استعداد اراضی کشت گندم استان گلستان

استعداد اراضی	مساحت (کیلومتر مربع)	درصد مساحت
خیلی مناسب	۸۹۰/۸	۴/۴
مناسب	۱۱۷۱۰/۲	۵۸/۲
حدوداً مناسب	۳۴۰۱/۷	۱۷
نامناسب	۴۰۹۷/۴	۲۰/۴
مجموع	۲۰۱۰۰/۲	۱۰۰

جدول ۶- مساحت هر طبقه از استعداد اراضی کشت گندم منطقه به تفکیک شهرستان

مساحت طبقات شهرستان (کیلومتر مربع)	مساحت کشت فعلی گندم (کیلومتر مربع)	استعداد اراضی کشت گندم			
		خیلی مناسب	مناسب	حدوداً مناسب	نامناسب
گنبدکاووس	۲۱۲۹/۹۳	۷۲۷/۲۸	۳۷۷۰/۴۸	۵۱۹/۸۹	۲/۲۳
گرگان	۳۲۷/۹۳	۱۲۱/۴۶	۵۷۵/۷۱	۲۵۸/۴۹	۶۴۳/۵۳
گالیکش	۲۲۱/۲۷	۵	۲۱۶/۷۹	۳۲۸/۴۹	۳۴۴/۶۳
کردکوی	۱۴۸/۹۳	۰	۲۷۸/۴۴	۸۱/۱۶	۴۵۷/۷۹
علی‌آباد	۲۷۵/۰۶	۲۸/۷	۳۹۷/۴۷	۱۳۹/۵۳	۵۴۸/۵۶
رامیان	۱۵۵/۲۹	۰	۳۶۸/۱۵	۱۳۱/۴۹	۲۷۷/۰۷
ترکمن	۱۹۰/۰۶	۰	۲۷۴	۰/۰۲	۰
بندرگز	۱۰/۳۸	۰	۱۷۰/۲۲	۲۹/۱۷	۱۲/۷
آق‌قلا	۱۰۴۷/۰۳	۰	۱۷۵۳/۶۱	۹/۸۸	۰
آزادشهر	۸۰/۲۲	۱/۱۱	۲۰۸/۹۲	۱۷۶/۷۲	۴۵۲/۸
گمیشان	۶۳۴/۷۴	۰	۱۱۲۵/۴۱	۱/۸	۰
مینودشت	۲۴۱/۸۷	۲	۱۸۹/۳	۲۱۵/۹۸	۲۶۱/۱۱
کلاله	۶۳۱/۶۸	۵/۰۲	۱۰۱۴/۶۴	۴۴۱/۳۱	۲۸۳/۷
مراوه‌تپه	۳۶۱/۵۱	۰	۱۳۴۷/۴۸	۱۰۴۸/۷۷	۷۰۹/۷۳

در نهایت مساحت و درصد مساحت کشت فعلی گندم در هر طبقه از استعداد اراضی استان گلستان بررسی شد. بر این اساس مشاهده گردید که ۴/۴ درصد مساحت کشت فعلی گندم در اراضی با استعداد خیلی مناسب، ۵۸/۳ درصد در اراضی با استعداد مناسب، ۱۶/۹ درصد در اراضی با استعداد حدوداً مناسب و ۲۰/۴ درصد در اراضی با استعداد نامناسب قرار دارد (جدول ۷).

جدول ۷- مساحت کشت فعلی گندم در هر طبقه از استعداد اراضی استان گلستان

استعداد اراضی	مساحت کشت فعلی گندم (کیلومتر مربع)	درصد مساحت
خیلی مناسب	۸۹۰/۸۶	۴/۴
مناسب	۱۱۷۱۰/۲۱	۵۸/۳
حدوداً مناسب	۳۴۰۱/۷۳	۱۶/۹
نامناسب	۴۰۹۷/۴۱	۲۰/۴

با مقایسه نقشه استعداد اراضی کشت گندم و مساحت کشت فعلی گندم نتایج زیر حاصل شد:

- شهرستان‌های گنبد، آق‌قلا و گمیشان به‌ترتیب با ۲۱۲۹/۹۳، ۱۰۴۷/۰۳ و ۶۳۴/۷۴ کیلومترمربع بیشترین و شهرستان‌های بندرگز، آزادشهر و کردکوی به‌ترتیب با ۱۰/۳۸، ۸۰/۲۲ و ۱۴۸/۹۳ کیلومترمربع کمترین مقدار مساحت کشت فعلی گندم را دارا می‌باشند.

- شهرستان‌های گنبد، گرگان، علی‌آباد، کلاله، گالیکش، مینودشت و آزادشهر به‌ترتیب با ۷۲۷/۲۸، ۱۲۱/۴۶، ۲۸/۷، ۵/۰۲، ۵، ۲ و ۱/۱۱ کیلومترمربع بیشترین مقدار مساحت محدوده با استعداد اراضی خیلی مناسب را دارا می‌باشند و سایر شهرستان‌ها بدون محدوده با استعداد اراضی خیلی مناسب می‌باشند.

- شهرستان‌های رامیان، گمیشان و بندرگز به‌ترتیب با ۳۷۷۰/۴۸، ۱۷۵۳/۶۱ و ۱۳۴۷/۴۸ کیلومترمربع بیشترین مقدار مساحت محدوده با استعداد اراضی مناسب و شهرستان‌های مراوه‌تپه، بندرترکمن و کردکوی به‌ترتیب با ۱۷۰/۲۲، ۱۸۹/۳ و ۲۰۸/۹۲ کیلومترمربع کمترین مقدار مساحت را دارا می‌باشند.

- شهرستان‌های رامیان، مراوه‌تپه و گمیشان به‌ترتیب با ۱۰۴۸/۷۷، ۵۱۹/۸۹ و ۴۴۱/۳۱ کیلومترمربع بیشترین مقدار مساحت محدوده با استعداد اراضی حدوداً مناسب و شهرستان‌های کلاله، آق‌قلا و گالیکش به‌ترتیب با ۰/۰۲، ۱/۸ و ۹/۸۸ کیلومترمربع کمترین مقدار مساحت را دارا می‌باشند.

- شهرستان‌های رامیان، آق‌قلا و مینودشت به‌ترتیب با ۷۰۹/۷۳، ۶۴۳/۵۳ و ۵۴۸/۵۶ کیلومترمربع بیشترین مقدار مساحت محدوده با استعداد اراضی نامناسب و شهرستان‌های گنبد کاووس، بندرگز و کردکوی بدون محدوده با استعداد اراضی نامناسب می‌باشند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از مطالعه صورت گرفته مشخص گردید که به تناسب افزایش بارش و کاهش دما به سمت جنوب استان بر میزان عملکرد گندم دیم استان افزوده شده است. البته لازم به ذکر است روند این افزایش به‌صورت خطی نمی‌باشد زیرا در جنوب استان به‌دلیل وجود رشته کوه البرز شرایط کشت مناسب گندم محدود می‌گردد. از سوی دیگر نبود بارش در منتهی‌الیه شمال استان و

شور بودن زمین‌های این منطقه خود از عوامل محدودکننده کشت گندم در استان است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که شرایط مساعد کشت گندم دیم در استان به‌صورت نواری در امتداد شرق به غرب استان می‌باشد.

از جمله مشکلات در کشت گندم دیم در استان گلستان عملکرد پایین بخش زیادی از اراضی و تطابق نداشتن هزینه‌های کاشت با عملکرد حاصل می‌باشد. میزان عملکرد گندم دیم استان به‌طور متوسط ۲۸۲۸ کیلوگرم در هکتار می‌باشد که شهرستان کردکوی با متوسط عملکرد ۳۲۵۲ کیلوگرم در هکتار از نظر عملکرد بیشینه تولید را داراست. شهرستان گنبد نیز با ۱۰۹۸ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان عملکردی را شامل شده است.

با عنایت به مشاهدات نگارنده، در غالب مطالعات و برنامه‌ریزی‌های کشاورزی در استان گلستان، تنها بارش ملاک تعیین مناطق کشت گندم می‌باشد یعنی آستانه بارشی ۳۰۰ میلی‌متر را ملاک کاشت قرار می‌دهند، اما شواهد نشان داد که با وجود دارا بودن بخش عمده‌ای از استان گلستان از نعمت بارش بالای ۳۰۰ میلی‌متر، گستره با وسعت بسیار اندکی در طبقه بسیار خوب کشت گندم دیم جای گرفته است که تأثیرگذاری عناصر اقلیمی دیگر و خاک و... را در این امر دخیل می‌کند. از طرفی وقوع بیشینه بارش همزمان با شروع تاریخ کشت گندم دیم در استان گلستان می‌باشد که این موضوع عملیات خاک‌ورزی را با مشکل مواجه می‌کند. در نهایت نوسانات دمایی و بارشی موجود در ماه‌های فصل بهار بیشترین تغییرات را بر دوره گلدهی و دانه‌بندی تحمیل می‌کند که مستلزم برنامه‌ریزی‌های اصولی‌تر در این بازه زمانی می‌باشد.

منابع

۱- آمارنامه کشاورزی اداره کل آمار و اطلاعات کشاورزی. ۱۳۸۵. معاونت برنامه‌ریزی و بودجه وزارت جهاد کشاورزی.

۲- امینی، ا.، وهابزاده، م.، اسلام مجیدی، ه.، افیونی، د.، طباطبائی، م.ت.، صابری، م.ح.، غلامعباس لطفعلی، آ.، و راوری س.ذ.ا. ۱۳۸۹. پایداری و سازگاری عملکرد دانه ژنوتی پهای گندم نان با استفاده از معیارهای مختلف پایداری در شرایط تنش شوری، مجله به نژادی نهال و بذر، شماره ۳: ۳۹۷-۴۱۱.

۳- بازگیر، س. ۱۳۸۷. بررسی پتانسیل اقلیمی زراعت گندم دیم (مطالعه موردی استان کردستان)، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۴- بهنیا، م.ر. ۱۳۷۶. غلات سردسیری. چاپ دوم انتشارات دانشگاه تهران، ۶۱۰ صفحه.

۵- تقوایی، م.، و بای، ن. ۱۳۸۹. سنجش بهره‌مندی شهرستان‌های استان گلستان با استفاده از روش (AHP)، پذیرفته شده فصلنامه تحقیقات جغرافیایی دانشگاه اصفهان.

۶- رسولی، ع.ا.، قاسمی‌گلعذانی، ک.، و سبحانی، ب. ۱۳۸۴. نقش بارش و ارتفاع در تعیین مناطق مستعد برای کشت گندم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی مورد مطالعه: استان اردبیل. مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۳: ۱۸۳-۱۹۹.

۷- رستگار، م.ع. ۱۳۷۱. دیمکاری. انتشارات برهمند.

۸- ساری صراف، ب.، بازگیر، س.، و محمدی، غ.ح. ۱۳۸۸. پهنه‌بندی پتانسیل‌های اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان‌غربی. مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۳: ۵-۲۶.

۹- سبحانی، ب.، و رسولی، ع.ا. ۱۳۸۴. پهنه‌بندی آگروکلیماتیک استان اردبیل با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در محیط GIS، رساله دکتری جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز.

۱۰- غلامی، غ.ر.، اکبری، م.، بای، ن.، و منتظری، ع. ۱۳۹۰. بررسی اثر سبک‌های مدیریت در مدیریت بحران بعد از حادثه در استان گلستان، پنجمین کنگره بین‌المللی درمان و مدیریت بحران در حوادث و بلایا- تهران.

۱۱- فرجزاده، م.، و تکلوبیغش، ع. ۱۳۸۰. ناحیه‌بندی آگروکلیمایی استان همدان با استفاده از GIS با تاکید بر گندم دیم مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۱: ۹۵-۱۰۳.

۱۲- کمالی، غ.ع.، صدقیانی‌پور، ع.، صداقت‌کردار، ع.، و عسگری، غ. ۱۳۸۷. پهنه‌بندی اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان‌شرقی مجله آب و خاک، شماره ۲۲: ۴۶۷-۴۸۳.

۱۳- کمالی، غ.ع.، ملایی، پ.، و بهیار، م.ب. ۱۳۸۹. تهیه اطلس گندم دیم استان زنجان با استفاده از داده‌های اقلیمی و GIS مجله آب و خاک، شماره ۵: ۸۴۹-۹۰۷.

۱۴- گیوی، ج. ۱۳۷۶. ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی، موسسه تحقیقات آب و خاک، نشریه شماره ۱۰۱۵.

۱۵- گل‌گل، م.ح. ۱۳۶۶. تاثیر عوامل جوی بر روی محصولات گندم، ذرت و احتمالات بارندگی ایستگاه کرج، پایان‌نامه کارشناسی، مرکز آموزش هواشناسی.

۱۶- منتظری، م.، و بای، ن. ۱۳۸۹. پهنه‌بندی اقلیم ناحیه خزری با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره، پذیرفته شده در فصلنامه تحقیقات جغرافیایی دانشگاه اصفهان.

۱۷- مهندسین مشاور کوانتا. ۱۳۷۱. راهنمای نیازها و محدودیت‌های هواشناسی کشاورزی ۱۵ محصول اصلی ایران، سازمان هواشناسی کشور.

۱۸- میمندی‌نژاد م.ر. ۱۳۴۵. اکولوژی زراعی، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۱۷ صفحه.

19. Dinar, A., Mendelsohn, R., Evenson, R.E., Parikh, J., Sanghi, A., Kumar, K., Mc Kinsey, J., and Lonergan, S. 1998. Measuring the Impact of Climate Change on Indian Agriculture. World Bank Technical, Washington, 402p.
20. Dubey, R.P., Kalubarme, M.H., Jhorar, O.P., and Cheema, S.S. 1987. Wheat Yield Models and Production Estimates for Patiala and Ludhiana Districts Based on Land sat-MSS and Agro meteorological data. Scientific note: IRS-UP/SAC/CPF/SN/08/87, Space Application Center, Ahmedabad.

21. Hundal, S.S., Singh, R., and Dhaliva, L.K. 1997. Agro-climatic Indices for Predicting Phenology of Wheat (Triticum aestivum) in Punjab. J. Agric. Sci. 67: 265-268.
22. Jiang, P., and Telen, K.D. 2004. Effect of Soil and Topographic Properties Crop Yield in a North-central Comsoybean Cropping system, Agron, J. 96: 258-252.
23. Nonhebel. 1996. Effects of Temperature Rice and Increase in co_2 Concentration of Simulated Wheat Yield in Europe. Climatic-change, 34: 73-90.
24. Lobell, D.B., Burke, M.B. 2010. On The Use of Statistical Models to Predict Crop Yield Responses to Climate Change, Agricultural And Forest Meteorology, 150: 1443-1453.
25. Liu, S., Mo, X., Lin, Zh., Xu, Y., Ji, J., Wen, G., and Richey, J. 2010. Crop Yield Responses to Climate Change in The Huang-Huai-Hai Plain of China, Agricultural Water Management, 97: 1195-1209.
26. Motroni, A. 2006. Effect of Future Climatic Variability on Agriculture in Mediterrean region Agrometeorological service.
27. Sharma, A., Sood, R.K., and Kalubarme, M.H. 2004. Agrometeorological WSheat yield forecast in Himachal Pradesh, J. Agromet. 6: 153-160.
28. White, J.W. 2009. Comments on a Report of Regression-Based Evidence for Impact of Recent climate Change on Winter Wheat Yields, Agriculture, Ecosystems and Environment, 129: 547-548.
29. Wang da-cheng, LI cun-jun, Song xiao-yu, Wang Ji-hua, yang Xiao-dong, Huang wen-jiang, (...:2011),"Assessment of L and Suitability Potentials for Selecting Winter Wheat Cultivation Areas in Beijing, China, Using RS and GIS", ..:Agricultural Sciences in China, ..:Vol.10...:. 9: 1419-1430.
30. Xiao, G., Zhang, Q., Li, Y., Wang, R., Yao, Y., Zhao, H., and Bai, H. 2010. "Impacts of Temperature Increase on The Yield of Winter Wheat at Low and High Altitudes in Semiarid Northwestern China, Agricultural Water Management, 97: 1360-1364.